

U / 522430  
PCT/JP 03/11851

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

25 JAN 2005

17.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 9月19日



出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-272383  
[ST. 10/C]: [JP 2002-272383]

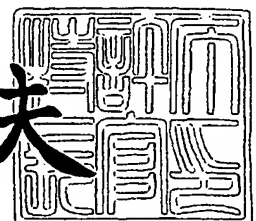
出 願 人  
Applicant(s): 株式会社リコー

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0206179

【提出日】 平成14年 9月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045  
B41J 2/055

【発明の名称】 ヘッド駆動制御装置及びインクジェット記録装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

【氏名】 田中 慎二

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 230100631

【弁護士】

【氏名又は名称】 稲元 富保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038793

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809263

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ヘッド駆動制御装置及びインクジェット記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液滴を吐出するノズルが連通する吐出室の壁面を構成する第 1 電極を兼ね又は第 1 電極を含む振動板と、第 1 電極に対向する第 2 電極とを有し、第 1、第 2 電極間に静電力を発生させて前記振動板を変形させる複数の静電型アクチュエータを備え、この複数の静電型アクチュエータの第 1 電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置において、前記液滴を吐出させるときに前記第 1 電極と第 2 電極に異なる極性の電位を与える手段を備えていることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のヘッド駆動制御装置において、前記第 2 電極に正極性の電位を与えることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 3】 液滴を吐出するノズルが連通する吐出室の壁面を構成する第 1 電極を兼ね又は第 1 電極を含む振動板と、第 1 電極に対向する第 2 電極とを有し、第 1、第 2 電極間に静電力を発生させて前記振動板を変形させる複数の静電型アクチュエータを備え、この複数の静電型アクチュエータの第 2 電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置において、前記液滴を吐出させるときに前記第 1 電極と第 2 電極に異なる極性の電位を与える手段を備えていることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のヘッド駆動制御装置において、前記第 1 電極に正極性の電位を与えることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のヘッド駆動制御装置において、前記第 1 電極と第 2 電極に印加する異なる極性の電位の最大値は、その絶対値が略同じであることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のヘッド駆動制御装置において、前記第 1 電極と第 2 電極に印加する異なる極性の電位の波形がパルス状波形であることを特徴とするヘッド駆動制御装置。

【請求項 7】 インク滴を吐出して画像を記録するインクジェット記録装置において、前記請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のヘッド駆動制御装置を備え

ていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明はヘッド駆動制御装置及びインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献1】 特開2001-260346号公報

【非特許文献1】 PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 86, NO. 8, AUGUST 1998 "A MEMS-Based Projection Display"

【0003】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置の記録ヘッドを構成するインクジェットヘッドとして、【特許文献1】に記載されているような静電型アクチュエータを用いたヘッドが知られている。

【0004】

この静電型インクジェットヘッドは、ノズルが連通する吐出室の壁面を構成する第1電極を兼ね又は第1電極を含む振動板と第2電極（個別電極）とを所定のエアギャップを介して対向配置した静電型アクチュエータを備え、この静電型アクチュエータの第1、第2電極間に駆動波形を印加することにより、静電引力を利用して各アクチュエータの振動板を変形させ、この変形時の機械的な力、もしくは静電引力をオフした際に振動板に生じる機械的な反発力により、吐出室内のインクをノズルから吐出させる。

【0005】

このような静電型アクチュエータを用いたヘッドの駆動制御装置としては、複数の静電型アクチュエータの第1電極を電氣的に結合して共通電極とし、この共通電極となる第1電極を0Vとし、液滴を吐出させるときに個別電極（第2電極）に対して選択的に+Vのパルス状電位を与えるようにしている。

【0006】

また、静電型アクチュエーターを駆動する駆動制御装置としては、【非特許文献1】に記載されているように、光学ミラーのアクチュエータを構成する両電極に0でない電位を与えるものがある。これは、反射板にバイアス電位を印加し、反射板の向きを決定する電極にアドレス電位を印加している。一回の制御につき、反射板には24V～26Vの電位を与え、アドレス電極には0V又は5Vの電位を与えている。このような電圧の与え方は、光学ミラーとしての機能を最大限に引出すために考案されたものであり、制御信号に応じて、反射板を+10度又は-10度に確実に振らせることができ、その信頼性は非常に高いものとなっている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、インクジェットプリンタなどのインクジェット記録装置においては、要求される出力速度（記録速度）、画質などのトータルパフォーマンスが非常に高くなっている。これらの要求に対応するため、ヘッドのノズル集積度を上げ、ノズル数を増加することが行われている。

#### 【0008】

ここで、ノズル集積度の向上とヘッド構成との関係について見ると、一般的に、発熱抵抗体を用いてインクを膜沸騰させ、発生したキャビティの発生圧力により、ノズルからインクを吐出するタイプのサーマル型ヘッドとは異なり、剛性の低いダイヤフラム（振動板）を有し、このダイヤフラムを可変させることにより、インクを吐出するピエゾ型或いは静電型ヘッドは、集積度を上げ難いという難点を有する。

#### 【0009】

静電型ヘッドにおいて、集積度を上げるためには振動板の短辺幅（ノズル配列方向の幅）を短くしなければならないが、一方で、吐出インク滴体積は或る程度確保しなければならない。そのため、振動板の短辺幅を短くするためには、振動板の変位量を大きくする必要がある。この場合、単純には振動板の厚みを薄くすれば、短辺幅が短くても変位量を大きくできるが、液滴を吐出するという観点から、振動板には或る程度の剛性が必要であり、振動板を薄くできる範囲は限られ

ている。

#### 【0010】

すなわち、静電型アクチュエーターに発生する静電引力は、 $V$ ：駆動電圧、 $g$ ：ギャップ長（個別電極－共通電極間距離）、 $\delta$ ：振動板の変位量、としたとき、次の（１）式で表される。

#### 【0011】

【数１】

$$F = (\epsilon_0 / 2) \cdot V^2 / (g - \delta)^2 \quad \dots(1)$$

#### 【0012】

前述したように、ノズル集積度を上げると、ギャップ長  $g$  は大きくすべき方向である。（１）式より、ギャップ長  $g$  が大きくなれば、同じ大きさの静電引力を得るために、駆動電圧  $V$  も上げる必要がある。さらに、ギャップ長  $g$  が大きい程、駆動電圧  $V$  の変化幅に対して振動板変位量  $\delta$  の変化幅が小さいため、ギャップ長  $g$  が僅かに広がっただけでも、必要となる駆動電圧  $V$  の増加は大きなものとなる。すなわち、液滴を吐出する能力を保ちながら集積度を上げて行くと、アクチュエータの駆動電圧は高くなる方向である。

#### 【0013】

このような駆動電圧の上昇は消費電力の増加だけでなく、アクチュエータを制御する駆動制御装置（ドライバ）を構成するトランジスタの耐圧が上昇することでもある。一般的に、トランジスタの耐圧はトランジスタの酸化膜厚みにも依るが、サイズが大きいほど耐圧が上がる。また、耐圧が大きい程、製造プロセスもコスト高となる。結果として、駆動電圧の上昇は、駆動制御装置のコストが上がることに繋がる。この場合、インクジェットヘッドには多数のアクチュエーターが集積されているため、ヘッド駆動制御装置のコスト上昇は大きなものとなる。

#### 【0014】

また、液滴吐出ヘッドにおけるアクチュエータの機能として必要なことは、電極間への電圧 ON により振動板を電極側に撓ませて、電圧 OFF により振動板を

元の位置に戻すことである。したがって、機能面から見れば、上述した【非特許文献1】に記載の駆動方法のように、バイアス方式を用いる必要は無く。一方の電極に必要な電位を与え、もう一方の電極はGNDとすれば良い。バイアス方式を用いる場合でも、一回の制御（1つの液滴を吐出する制御）において、電圧を正負に振らせる必要はなく、この場合むしろヘッドとしての機能を損ねることになる。また、一方の電極に特に大きな電位を与える必要もない。そのため、【非特許文献1】の記載の駆動方法をヘッドの駆動制御装置にそのまま適用することはできない。

#### 【0015】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、低コストで集積度の高い液滴吐出ヘッドを駆動できるヘッド駆動制御装置及びこのヘッド駆動制御装置を備えたインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明に係るヘッド駆動制御装置は、複数の静電型アクチュエータの第1電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置において、液滴を吐出させるときに第1電極と第2電極に異なる極性の電位を与える手段を備えているものである。

#### 【0017】

この場合、第2電極に正極性の電位を与えることが好ましい。

#### 【0018】

本発明に係るヘッド駆動制御装置は、複数の静電型アクチュエータの第2電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置において、液滴を吐出させるときに第1電極と第2電極に異なる極性の電位を与える手段を備えているものである。

#### 【0019】

この場合、第1電極に正極性の電位を与えることが好ましい。

#### 【0020】

これらのヘッド駆動制御装置においては、第1電極と第2電極に印加する異な

る極性の電位の最大値は、その絶対値が略同じであることが好ましく、また、第 1 電極と第 2 電極に印加する異なる極性の電位の波形がパルス状波形であることが好ましい。

#### 【0 0 2 1】

本発明に係るインクジェット記録装置は、本発明に係るヘッド駆動制御装置を備えているものである。

#### 【0 0 2 2】

##### 【実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。先ず、本発明に係るヘッド駆動制御装置で駆動する液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドの一例について図 1 乃至図 5 を参照して説明する。なお、図 1 は同ヘッドの分解斜視説明図、図 2 は同ヘッドのノズル板を透過状態で示す平面説明図、図 3 は同ヘッドの振動板長手方向に沿う模式的断面説明図、図 4 は同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図である。

#### 【0 0 2 3】

このインクジェットヘッドは、第 1 基板である流路基板 1 と、この流路基板 1 の下側に設けた第 2 基板である電極基板 3 と、流路基板 1 の上側に設けた第三基板であるノズル板 4 とを重ねて接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズル 5 が連通する吐出室 6、吐出室 6 に流体抵抗部 7 を介して連通する共通液室 8 などを形成している。

#### 【0 0 2 4】

流路基板 1 には、吐出室 6 及びこの吐出室 6 の底部となる壁面を形成する振動板 10、各吐出室 6 を隔てる隔壁 11 を形成する凹部、共通液室 8 を形成する凹部などを形成している。また、共通液室 8 はその容積が各吐出室 6 の容積の 2 0 倍以下になるように形成している。

#### 【0 0 2 5】

この流路基板 1 は、(1 1 0) 面方位の単結晶シリコン基板（シリコンウエハ）に振動板となる厚み（深さ）に高濃度不純物であるボロンを拡散し、この高濃度ボロンドープ層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことに



より、吐出室 6 となる凹部等を形成するときに所望の厚さの振動板 10 を得たものである。なお、高濃度 P 型不純物としては、ボロンの他、ガリウム、アルミニウム等も用いることができる。

#### 【0026】

また、振動板 10 を形成する方法としては、P 型基板に振動板となる N 型層、あるいは N 型基板に振動板となる P 型層を形成し電気化学エッチングによりエッチングを停止して振動板を形成する方法、SOI 基板を用いて酸化膜層でエッチングを停止する方法、あるいは時間を制御してエッチングを終了する方法などでもよい。

#### 【0027】

電極基板 3 には、凹部 14 を形成して、この凹部 14 の底面に振動板 10 に所定のギャップ 16 を置いて対向する電極 15 を形成し、この電極 15 と振動板 10 によって、振動板 10 を静電力で変形させて吐出室 6 の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。この電極基板 3 の接合によってギャップ 16 を構成すると共に、各振動板 10 に対応する各々の位置に電極 15 が配置される。

#### 【0028】

この電極基板 3 の電極 15 上には振動板 10 との接触によって電極 15 が破損するのを防止するため、例えば  $0.1 \mu\text{m}$  厚の  $\text{SiO}_2$  などの絶縁層 17 を成膜している。なお、電極 15 を電極基板 3 の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極パッド部 15a を形成している。

#### 【0029】

ここで、振動板短手方向の略中央部で対向電極 15、15 間に、振動板 10 が変形したときに接触する接触対向部 18 を設けている。この接触対向部 18 は電極 15、15 と同工程で凹部 14 の底面に形成したものである。この接触対向部 18 の表面にも絶縁層 17 を形成している。そして、この接触対向部 18 と振動板 10 とは電氣的に接続して接触対向部 18 と振動板 10 とが当接したときに同電位となるようにしている。これにより、振動板 10 の当接時の残留電荷の発生をなくせることは前記【特許文献 1】に記載されているとおりである。

#### 【0030】

また、この電極基板 3 には、共通液室 8 に外部からインクを供給するための貫通穴であるインク供給口 9 が設けられている。そして、流路基板 1 の共通液室 8 にはインク供給口 9 に対応する部分に貫通穴 9 a が形成されている。

#### 【0031】

この電極基板 3 は、ガラス基板、又は表面に熱酸化膜 3 a を形成した単結晶シリコン基板上に、HF 水溶液などでエッチングにより凹部 14 を形成し、この凹部 14 に窒化チタンなどの高耐熱性を有する電極材料をスパッタ、CVD、蒸着などの成膜技術で所望の厚さに成膜し、その後、フォトリソを形成してエッチングすることにより、凹部 14 にのみ電極 15 を形成したものである。この電極基板 3 と流路基板 1 とは陽極接合、直接接合などのプロセスで接合している。

#### 【0032】

ここで、電極 15 及び対向接触部 18 は、シリコン基板にエッチングで形成した深さ  $0.4\ \mu\text{m}$  の凹部 14 内に窒化チタンを  $0.1\ \mu\text{m}$  の厚さにスパッタし形成し、その上に  $\text{SiO}_2$  スパッタ膜を  $0.1\ \mu\text{m}$  厚みで絶縁層 17 として形成している。したがって、このヘッドにおいては、電極基板 3 と流路基板 1 とを接合した後のエアギャップ 16 の長さ（振動板 10 と絶縁層 17 表面との間隔）は、 $0.2\ \mu\text{m}$  となっている。

#### 【0033】

また、ノズル板 4 にはノズル 5、液体抵抗部 7 となる溝を形成し、吐出面には撥水処理を施している。このノズル板 4 はポリイミドなどの樹脂部材で形成し、流路基板 1 に接着剤にて接合している。このノズル板 4 は共通液室 8 の壁面を構成している。

#### 【0034】

このヘッドにおいては、振動板 10 を共通電極に接続し、電極パッド 15 a に、例えばリード線をボンディングして、図示しないドライバが接続され、インクジェットヘッドが駆動可能となる。

#### 【0035】

また、インク供給口 9 にインク供給管を接着して接続することにより、共通液室 8、吐出室 6 等は、インクタンク（不図示）からインク供給口 9 を通して供給

されたインクが充填されることが可能となる。なお、使用されるインクは、水、アルコール、トルエン等の主溶媒にエチレングリコール等の界面活性剤と、染料または顔料とを溶解または分散させることにより調製される。さらに、インクジェットヘッドにヒーター等を付設すれば、ホットメルトインクも使用できる。

#### 【0036】

そこで、電極15に対して、ドライバにより、例えば、正の電圧パルスを印加して電極15の表面が正の電位に帯電すると、対応する振動板10の下面は負の電位に帯電する。したがって、振動板10は静電気力によって吸引されて個別電極15との間隔が狭まる方向へ撓む。このとき、振動板10が撓むことにより、インクが共通液室8から流体抵抗7を経由して吐出室6に供給される。

#### 【0037】

次に、電極15へ印加している電圧パルスをオフにし、蓄えられている電荷を放電すると、振動板10は元の位置に復元する。この復元動作によって、吐出室6の内圧が急激に上昇して、ノズル5からインク液滴が記録紙（不図示）に向けて吐出される。

#### 【0038】

そこで、このような静電型アクチュエータを用いたヘッドを駆動するための本発明に係るヘッド駆動制御装置について説明する。

先ず、本発明に係るヘッド駆動制御装置のように、第1、第2の電極に異なる極性の電位を印加する駆動方法が可能な理由について説明する。上記インクジェットヘッドでは第1電極となる振動板が各アクチュエータで一体であるので、各アクチュエータの第1電極が電氣的に結合されたものとなる。ただし、ここでは、一般的に、各アクチュエータ間で電氣的に結合された電極を共通電極とし、各アクチュエータ間で電氣的に結合されていない電極を個別電極とし、共通電極に印加する電圧を「バイアス電圧」と称する。

#### 【0039】

簡単のために、四辺を固定された振動板は、静電引力により一様荷重を受けると仮定する。そうすると、振動板の撓み量 $\delta$ は、次の(2)式で表される。なお、(2)式中、 $E$ ：振動板材料のヤング率、 $h$ ：振動板の厚み、 $\nu$ ：振動板材料

のポアソン比,  $a$  : 振動板短辺幅,  $\delta$  : 振動板撓み量である。

【0040】

【数2】

$$F = (32 \cdot E \cdot h^3 / (1 - \nu^2) / a^4) \cdot \delta \quad \dots (2)$$

【0041】

両電極間に存在する気体の効果を見捨て、前記(1)式、(2)式に表1に示す具体的な値を代入して、 $\delta - V$ 曲線をグラフ化すると、図5に示すようになる。

【0042】

【表1】

計算に使用したパラメータ

電極間距離(電極絶縁膜を含まない)( $\mu$	0.3
電極絶縁膜材料	SiO <sub>2</sub>
トータル電極絶縁膜厚み( $\mu$ m)	0.2
振動板ヤング率(GPa)	290
振動板ポアソン比	0.293
振動板短辺幅( $\mu$ m)	120
振動板厚み( $\mu$ m)	2

【0043】

ここで、図5に示すように、理論的に得られるのは、曲線A、Bであるが、曲線Bは現実には成立せず、曲線Bの領域の撓み量に対しては曲線Cの特性が実現される。

【0044】

同図に見るように、最大撓み量 = 0.3  $\mu$ m, 最大駆動電圧 = 23.6 Vであるが、最大駆動電圧の90%にあたる21 Vを印加しても、撓み量は最大変位量の20%にあたる0.06  $\mu$ mである。つまり、共通電極に21 Vのバイアス電

圧を印加しながら、或るアクチュエータを駆動してノズルから液滴を吐出させた場合、液滴を吐出しないアクチュエータにもバイアス電圧 2 1 V が印加されるが、このバイアス電圧によって液滴が吐出される等の不具合は生じない。

#### 【0 0 4 5】

実際には、両電極間に存在する気体のために、図 5 に示すようにはならないが、定性的に同じことが言える。

#### 【0 0 4 6】

従来のヘッド駆動制御装置においては、図 6 (f) に示すように、共通電極を GND として、液滴吐出時に個別電極に + 電位を与えていた。

#### 【0 0 4 7】

これに対して、本発明のヘッド駆動制御装置においては、図 6 (a) ~ (e) に示すように、吐出時（液滴を吐出させるとき）に共通電極と個別電極に対して極性の異なる電位を与える。

#### 【0 0 4 8】

すなわち、図 6 (a) に示す第 1 例では、共通電極に + 電位 (+ バイアス電圧) を与えておき、吐出時に、個別電極にパルス状波形で - 電位を与える。また、同図 (b) に示す第 2 例では、吐出時に、共通電極にパルス状波形で + 電位を、個別電極にパルス状波形で - 電位を略同時に与える。さらに、同図 (c) に示す第 3 例では、共通電極及び個別電極に与える電位を交互に極性を反転するパルス状波形とし、吐出時に、共通電極に + 電位を、個別電極に - 電位を、次の吐出時には、共通電極に + 電位を、個別電極に - 電位を与える。

#### 【0 0 4 9】

また、同図 (d) に示す第 4 例では、吐出時に、共通電極にパルス状波形で + 電位を、個別電極にパルス状波形で - 電位を略同時に与え、これらの共通電極及び個別電極に与える電位の最大値の絶対値を略同じに設定している。同様に、同図 (e) に示す第 5 例では、吐出時に、共通電極にパルス状波形で - 電位を、個別電極にパルス状波形で + 電位を略同時に与え、これらの共通電極及び個別電極に与える電位の最大値の絶対値を略同じに設定している。

#### 【0 0 5 0】

したがって、ヘッド駆動装置では、これらの図6 (a) ~ (e) に示す駆動波形を生成する手段を備えることで、吐出時に共通電極と個別電極に対して極性の異なる電位を与えることができる。

#### 【0051】

ここで、上述した図6 (a)、(b) に示すような駆動波形は、アクチュエータ構成が残留電荷を発生しない、あるいは除去される構成である場合に採り得る。すなわち、前述したインクジェットヘッドのように、対向電極15、15間に接触対向部18を備えて、振動板10が接触対向部18に接触することで同電位になるような構成を採用していることが好ましい。

#### 【0052】

なお、残留電荷を防止する構成としては、上記インクジェットヘッドの構成に限るものではなく、例えば図7或いは図8に示すような構成とすることもできる。これらの構成は、振動板と電極が接触できる凸部を振動板側に設け、この接触部において振動板と電極が同電位となる構成としたものである。

#### 【0053】

すなわち、図7に示す例では、振動板30の電極側表面に形成した絶縁膜31によって電極側に対向する凸部32を形成し、一方、電極基板3側にはギャップ36を置いて振動板30に対向する電極35、34と、これらの電極35、34から分離され、振動板30が変形したときに凸部32が当接する位置に対応したセパレート電極38を設け、電極24、34及びセパレート電極38の表面に絶縁膜37を形成している。そして、セパレート電極38と振動板30とを電氣的に接続している。

#### 【0054】

したがって、この構成では、アクチュエータ駆動に際して、振動板30に与えられる電位が、強制的にセパレート電極18に与えられることになる。

#### 【0055】

また、図8に示す例では、振動板30の電極側表面に形成した絶縁膜31によって電極側に対向する凸部32を形成するとともに、振動板30とは絶縁膜31で電氣的に分離されたセパレート電極33を凸部32の背面側に形成し、一方、

電極基板 3 側にはギャップ 3 6 を置いて振動板 3 0 に対向する電極 3 5、3 4 と、これらの電極 3 5、3 4 から分離され、振動板 3 0 が変形したときに凸部 3 2 が当接する位置に対応したセパレート電極 3 8 を設け、電極 2 4、3 4 及びセパレート電極 3 8 の表面に絶縁膜 3 7 を形成している。そして、セパレート電極 3 8 とセパレート電極 3 3 とを電氣的に接続している。

#### 【0056】

したがって、この構成では、アクチュエーター駆動により与えられる電位に関係無く、接触部（セパレート電極 3 8、3 3）の電位を決めることができ、この場合、両電極 3 8、3 3 の電位は、常に GND とすることもできる。

#### 【0057】

なお、これらの例では絶縁膜で凸部を形成しているが、電極材料により形成することもできる。

#### 【0058】

また、図 6（c）に示すような駆動波形は、アクチュエータ構成が残留電荷の発生を防止していない場合に採ることが好ましい。すなわち、この駆動波形では、発生した残留電荷を打ち消すために、各電極に前パルスとは逆極性のパルス電位をそれぞれの電極に印加している。

#### 【0059】

なお、これらの例においては、ノズルから吐出した 1 液滴により、画像における 1 ドットを形成する場合を示しているが、ノズルから吐出した数滴により、1 ドットを形成する場合、すなわち、1 駆動周期内で複数のインク滴を吐出させてドットを形成する場合にも同様に適用することができる。

#### 【0060】

次に、本発明に係るヘッド駆動制御装置の構成について図 9 を参照して説明する。

このヘッド駆動制御装置は、複数の静電型アクチュエータの個別電極 1 5 に対して選択的に駆動電位を与えるための駆動制御部 5 1 と、共通電極とした振動板 1 0 に駆動電位を与えるためのドライバモジュール 5 2 と含んでいる。

#### 【0061】

駆動制御部 51 は、一般的なヘッド駆動制御装置と同様に、図示しない主制御部から与えられる画像データがクロックに同期してシリアルにシフトレジスタ 53 に送られ、パラレルデータに変換され、ラッチ回路 54 にて一時記憶され、セクタ 55 により駆動するアクチュエータが選択され、図 10 に示すようにアクチュエータの数に応じて設けられた（図 9 では 1 個のみを図示している。）ドライバモジュール 56 内のレベルシフタ 57 によりロジック駆動電圧 5V をスイッチ 58 を駆動できる所望の電圧に変換してスイッチ（アナログスイッチ）58 に与える構成となっている。このスイッチ 58 には駆動電圧が与えられており、スイッチ 58 がオン状態になることによって個別電極 15 に駆動電圧が与えられる。

#### 【0062】

一方、共通電極である振動板 10 に対してもドライバモジュール 52 から駆動電圧を与える。

#### 【0063】

ここで、シフトレジスタ 53、ラッチ 54 及びセクタ 55 は所謂ロジック部であり、（0V, 5V）で駆動されるため、構成素子であるトランジスタの耐圧も 5V で良い。一方、ドライバモジュール 56 を構成するレベルシフタ 67 とスイッチ 58 の耐圧は、アクチュエータの駆動電圧に左右され、駆動電圧が高いと、構成素子トランジスタの耐圧も高くなければならない。つまり、アクチュエータの駆動電圧が上がると、ドライバのコストが上がることになる。

#### 【0064】

また、ドライバモジュール 56 を構成するレベルシフタ 57 の基本的回路を図 11、図 12 に、スイッチ 58 の基本的回路を図 13 にそれぞれ示している。なお、図 11 のレベルシフタは正電圧変換、図 12 のレベルシフタは負電圧変換のタイプである。

#### 【0065】

上述したように、レベルシフタ 57 及びアナログスイッチ 58 の耐圧は、アクチュエータの駆動電圧に左右される。静電型ヘッドにおいて、個別電極 14 はアクチュエータの数に応じて存在し、共通電極は 1 つないし数個に限られる。した



がって、駆動制御装置は、多数の個別電極用ドライバモジュール56と、1ないし数個の共通電極用ドライバモジュール52を必要とする。

#### 【0066】

ここで、それぞれのドライバモジュールを構成するトランジスタに必要な耐圧は、アクチュエータ駆動に扱う電圧程度である。したがって、アクチュエータに印加されるトータルの電圧が、例えば80Vであり、共通電極に+30V、個別電極に-50V印加されるとすれば、共通電極側のドライバモジュールを構成するトランジスタの耐圧は30V、個別電極側は50V程度である。

#### 【0067】

実際には後述する理由により、負極性電位を与える方のトランジスタの耐圧は若干上昇する。従来の駆動制御装置では、共通電極をGNDとしていたので、共通電極用のドライバモジュールは必要なかった。本発明の駆動制御装置を採ると、静電型アクチュエータの駆動電圧が上昇しても、ドライバ構成素子であるトランジスタの耐圧を抑えることができる。このことは、共通電極用のドライバモジュールが1ないし数個増加するよりもコスト的には有利となる。

#### 【0068】

さらに、図11ないし図13に示す構成は基本的なものであり、実際には電源電圧の変動、温度変化に対する補償等が必要であるため、回路はよりトランジスタ数の多い複雑なものになる。この場合、本発明に係るヘッド駆動制御装置を用いることにより帰結するトランジスタの耐圧低下は、駆動制御装置の大幅なコストダウンを図ることを可能にする。

#### 【0069】

なお、本発明に係るヘッド駆動制御装置において、液滴吐出に際し、共通電極に印加する電位の大きさは固定しておいて、アクチュエータの駆動電圧の変更は、個別電極に印加する電位の大きさにて制御すると、共通電極側のドライバモジュールが複雑にならずに済むのでより好ましい。

#### 【0070】

また、ここでは、振動板を共通電極に構成した例で説明しているが、製造プロセスにより、振動板側もしくはその対向電極のいずれを共通電極にした方がよい

かが決まるので、対向電極側を共通電極にする場合にも同様に適用することができている。

#### 【0071】

次に、第1電極及び第2電極に印加する電位の最大値について説明する。第1電極及び第2電極に印加する電位は、図6(d)、(e)の第4例、第5例のように、その絶対値が略同じになる、つまり、最大電圧の絶対値をほぼ同じ大きさに設定することが好ましい。

#### 【0072】

なお、ここで言う、「最大電圧」とは、温度補償などのためのマージン電圧を含めるものである。また、「略同じ」というのは、ドライバモジュールを構成するPチャンネルMOSFET、NチャンネルMOSFETの耐圧がほぼ同じ程度、ということである。ただし、厳密には後述する理由により、第1電極と第2電極に印加する電位の最大値の絶対値は、負極性電位の方が正極性電位よりも、駆動制御装置のロジック部分に使用する電圧分、例えば5V程度低くする方が好ましい。

#### 【0073】

これにより、突出して大きな耐圧を有すべきトランジスタを設ける必要がなくなる。つまり、単一で大きな領域を占める素子がなくなる。また、耐圧をほぼ揃えることで、製造プロセス的にも煩雑にならず、結果として材料、製造を併せて、駆動制御装置のトータルコストを低下させることができる。

#### 【0074】

特に、インクジェットヘッドのようにノズル数が数百と多い、つまり、アクチュエータの数が多い場合、トータルコストの低減効果は非常に大きくなる。具体的に、試作を行った96ビットの静電型アクチュエータを制御する駆動制御装置において、従来の駆動電圧印加方法(図6(f))では、耐圧の大きいトランジスタを用いたドライバモジュールが96個必要であったが、本発明のヘッド駆動制御装置(図6(d)の例)では、耐圧が半分のトランジスタを用いたドライバモジュールが $96 + 1 = 97$ 個必要なだけであり、駆動制御装置全体として大きなコストダウンが図れることが確認できた。

## 【0075】

なお、このような共通電極へのバイアス駆動方法は、従来の光学ミラーなどにおける駆動方法とは、電圧印加の方法、その効果の点で全く異なるものである。

## 【0076】

次に、第1電極及び第2電極に印加する電位の波形について説明する。

各アクチュエータ間で電氣的に結合した共通電極に印加する電位の波形としては、前述した図6(b)～(e)に示すように、パルス状波形とすることが好ましい。この場合、共通電極、個別電極に印加するパルス電圧のパルス幅は、ほぼ同じにすることが好ましい。

## 【0077】

すなわち、共通電極にはパルス状電圧以外に、直流電圧(図6(a))を印加することもでき、共通電極に直流電圧を印加する場合もパルス状電圧を印加する場合も、特性的はほとんど変わらず、一方で、直流電圧をバイアスさせる場合には回路構成が簡単になるメリットがある。

## 【0078】

しかしながら、電圧オフ時の振動板の戻り力、即ち、振動板剛性による戻り力と、電極間に存在する気体が圧縮された後反発する力の和の小さいヘッドでは、直流バイアスが存在すると振動板が戻らない場合が発生する。

## 【0079】

ここで、電極間のエアの存在を無視した図5の理論曲線A、Bを見てみる。前述した仮定を採り入れた場合、理論的には、一度電極に接触した振動板を電極から離反させるためには、アクチュエータに加えられる電圧を0Vにする必要がある。

## 【0080】

しかし、現実の系では、印加電圧を或る値まで下げると、振動板は電極から離反する。この原因は、両電極が接触した際に電氣的短絡を防止するために設けられた電極絶縁膜の存在などにより、振動板が電極に接触した際に発生する静電引力が無限大ではないことと、電極間に存在する気体が圧縮された後、反発膨張する力が発生するためである。以上のメカニズムにより、一度当接した振動板に印

加する電圧を或る値まで下げると、振動板は電極から離反する。

### 【0081】

そこで、表2に示したパラメータを有するアクチュエータ1、2を試作し、共通電極にバイアス可能な最大電圧を調べた。両アクチュエータ共に、液滴吐出に際し振動板が電極に接触することを前提としている。

### 【0082】

【表2】

試作したアクチュエータのパラメータと、バイアス可能な最大電圧

	アクチュエータ1	アクチュエータ2
電極間距離(電極絶縁膜を含まない)( $\mu\text{m}$ )	0.5	0.2
電極絶縁膜材料	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
トータルの電極絶縁膜厚み( $\mu\text{m}$ )	0.2	0.3
振動板材料	SiN	Si
振動板ヤング率(GPa)	290	170
振動板短辺幅( $\mu\text{m}$ )	90	125
振動板厚み( $\mu\text{m}$ )	0.9	2
印加電圧パルス幅( $\mu\text{s}$ )	6	6
振動板が電極に接触する電圧(V)	67	37
バイアス可能な最大電圧(V)	54	23

### 【0083】

ここで、この接触する電圧は、アクチュエータ1=67V、アクチュエータ2=37Vで、バイアス可能な最大電圧は、アクチュエータ1=54V、アクチュエータ2=23Vである。液滴吐出ヘッドは、温度変動、アクチュエータ間のバラツキなどの補償のため、また複数の画質モードに対応するために、駆動電圧は或る幅を有する必要がある。

### 【0084】

そこで、アクチュエータ1に印加される最大電圧は80V、アクチュエータ2に印加される最大電圧は46Vとする。そうすると、本発明を適用して共通電極に印加するバイアス電圧は、アクチュエータに印加される電圧の半分程度が最適

であるので、アクチュエータ 1 の場合は 40 V、アクチュエータ 2 の場合は 23 V となる。

#### 【0085】

したがって、アクチュエータ 1 の場合は、バイアス可能な最大電圧が 54 V であるので問題はない。一方、アクチュエータ 2 のバイアス可能な最大電圧は 23 V であり、同じ値となる。信頼性を考えれば、アクチュエータ 2 において、常に電圧が印加される直流電圧を用いたバイアス駆動方法は選択できない。しかし、アクチュエータ 2 においても、共通電極に印加される電圧がパルス状電圧であれば利用可能である。

#### 【0086】

さらに、アクチュエータの長時間駆動を行なうと、電極間ギャップ内は断熱膨張、収縮が繰り返され、水分が誘起される。この水分により、水素結合と液架橋力が発生し、接触する電極間の吸着力が増加する。したがって、振動板の戻り力が大きい場合でも、長時間駆動により、直流のバイアス電圧が存在すると、振動板が電極にスティッキングされる現象が生じる。

#### 【0087】

よって、共通電極にパルス状電圧を印加することで、液滴吐出ヘッドとしての信頼性を確実にすることができる。

#### 【0088】

次に、共通電極と個別電極に与える電位の極性について説明する。

前述した図 11 に示すレベルシフタは、例えば 5 V → 12 V に変換する正電圧変換レベルシフタである。一方、図 12 に示すレベルシフタは、例えば 5 V → -12 V に変換する負電圧変換レベルシフタである。いずれのレベルシフタも、入力端子  $V_{in}$  から入力された電圧がレベルシフトされ、同相で  $V_{out2}$  から出力されるものである。

#### 【0089】

ここで、図 12 に示す負電圧変換レベルシフタについて見てみる。入力端子  $V_{in}$  に電圧  $V_H$  が入力されると、Pチャンネル MOSFET PMOS2 がオンし、電圧  $V_H$  の電圧が Nチャンネル MOSFET NMOS2 のドレインに印加

される。また、NチャンネルMOSFET NMOS1はゲートに電圧 $V_H$ が印加されることでONし、負電圧 $V_L$ をNチャンネルMOSFET NMOS2のゲートに印加する。

#### 【0090】

したがって、NチャンネルMOSFET NMOS2のゲート・ドレイン間に必要な耐圧が $|V_H| + |V_L|$ となることは一般に良く知られている。NチャンネルMOSFET NMOS1についても同様である。

#### 【0091】

つまり、絶対値が同じ大きさの電圧を扱う場合、負電圧変換レベルシフトを構成するトランジスタは、正電圧変換レベルシフトを構成するトランジスタよりも大きい耐圧が必要である。

#### 【0092】

また、用いる製造プロセスによっては、信号反転時の反転スピードを上げるためには、PチャンネルMOSFET PMOS1、2のゲート幅を、正電圧変換レベルシフトのそれよりも広くする必要のある場合が多々ある。ただし、この方法は反転過渡期の消費電力を増加させるので、他に付加的なトランジスタを用いて解決する手法もある。

#### 【0093】

したがって、絶対値が同じ大きさの電圧を扱う場合、負電圧変換レベルシフトは正電圧変換レベルシフトよりも大きく、つまりコスト高になる。

#### 【0094】

これより、静電型ヘッドを本発明のヘッド駆動制御装置（バイアス方式）で駆動する場合、図6（e）に示すように、数の多い個別電極に正電位を与え、1つないし数個しかない共通電極に負電位を与える駆動波形とすることで、駆動制御装置は安く、小さいものとすることができる。

#### 【0095】

次に、本発明に係るインクジェット記録装置の一例について図14及び図15を参照して説明する。なお、図14は同記録装置の斜視説明図、図15は同記録装置の機構部の側面説明図である。

## 【0096】

このインクジェット記録装置は、記録装置本体 211 の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載した本発明に係るインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部 212 等を収納し、装置本体 211 の下方部には前方側から多数枚の用紙 213 を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）214 を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙 213 を手差しで給紙するための手差しトレイ 215 を開倒することができ、給紙カセット 214 或いは手差しトレイ 215 から給送される用紙 213 を取り込み、印字機構部 212 によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ 216 に排紙する。

## 【0097】

印字機構部 212 は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド 221 と従ガイドロッド 222 とでキャリッジ 223 を主走査方向（図 15 で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ 223 にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する静電型インクジェットヘッドからなるヘッド 224 を複数のインク吐出口を主走査方向と交叉する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。またキャリッジ 223 にはヘッド 224 に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ 225 を交換可能に装着している。

## 【0098】

インクカートリッジ 225 は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドへインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッドへ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。

## 【0099】

また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド 224 を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する 1 個のヘッドでもよい。

## 【0100】

ここで、キャリッジ 223 は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド 221 に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド 222 に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ 223 を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ 227 で回転駆動される駆動プーリ 228 と従動プーリ 229 との間にタイミングベルト 230 を張装し、このタイミングベルト 230 をキャリッジ 223 に固定しており、主走査モータ 227 の正逆回転によりキャリッジ 223 が往復駆動される。

#### 【0101】

一方、給紙カセット 214 にセットした用紙 213 をヘッド 224 の下方側に搬送するために、給紙カセット 214 から用紙 213 を分離給装する給紙ローラ 231 及びフリクションパッド 232 と、用紙 213 を案内するガイド部材 233 と、給紙された用紙 213 を反転させて搬送する搬送ローラ 234 と、この搬送ローラ 234 の周面に押し付けられる搬送コロ 235 及び搬送ローラ 234 からの用紙 213 の送り出し角度を規定する先端コロ 236 とを設けている。搬送ローラ 234 は副走査モータ 237 によってギヤ列を介して回転駆動される。

#### 【0102】

そして、キャリッジ 223 の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ 234 から送り出された用紙 213 を記録ヘッド 224 の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材 239 を設けている。この印写受け部材 239 の用紙搬送方向下流側には、用紙 213 を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ 241、拍車 242 を設け、さらに用紙 213 を排紙トレイ 216 に送り出す排紙ローラ 243 及び拍車 244 と、排紙経路を形成するガイド部材 245、246 とを配設している。

#### 【0103】

記録時には、キャリッジ 223 を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド 224 を駆動することにより、停止している用紙 213 にインクを吐出して 1 行分を記録し、用紙 213 を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙 213 の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙 213 を排紙する。



## 【0104】

また、キャリッジ223の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド224の吐出不良を回復するための回復装置247を配置している。回復装置247はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ223は印字待機中にはこの回復装置247側に移動されてキャッピング手段でヘッド224をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

## 【0105】

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド224の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜（不図示）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

## 【0106】

そして、このインクジェット記録装置においては本発明に係るヘッド駆動制御装置によって記録ヘッド14を構成するインクジェットヘッドを駆動する。これにより、低コストで集積度の高いインクジェットヘッドで記録ヘッド14を構成することができ、高い画像品質で記録できる低コストのインクジェット記録装置が得られる。

## 【0107】

なお、上記実施形態においては、振動板を各アクチュエータ間で一体形成しているため、第1電極である振動板が各アクチュエータ間で電氣的に結合されているため、これを共通電極とし、第2電極である対向電極を個別電極とした例であるが、対向する第2電極である電極を各アクチュエータ間で電氣的に結合して共通電極とし、振動板を各アクチュエータ毎に分離して個別電極する構成にしてもよいことは前述したとおりである。

**【0108】**

また、共通電極は、全てのアクチュエータの第1又は第2電極を電氣的に結合した構成とすることもできるし、複数のブロックに分割して複数の共通電極とする（この場合、総アクチュエータ数よりも少ない）こともできる。

**【0109】**

さらに、本発明に係るヘッド駆動制御装置で駆動制御する液滴吐出ヘッドとして、インクジェットヘッドを例に説明したが、インク以外の液体の滴、例えば、パターンニング用の液体レジストを吐出する液滴吐出ヘッド、遺伝子分析試料を吐出する液滴吐出ヘッドのヘッド駆動制御装置としても適用することができる。

**【0110】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明に係るヘッド駆動制御装置によれば、複数の静電型アクチュエータの第1電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置或いは複数の静電型アクチュエータの第2電極が電氣的に結合されたヘッドを駆動するためのヘッド駆動制御装置において、液滴を吐出させるときに第1電極と第2電極に異なる極性の電位を与える手段を備えたので、低コストで集積度の高いインクジェットヘッドを駆動することができる。

**【0111】**

本発明に係るインクジェット記録装置によれば、本発明に係るヘッド駆動制御装置を備えているので、集積度の高いヘッドを駆動できて、低コストで高品質画像を記録することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明に係るヘッド駆動制御装置で駆動制御するインクジェットヘッドの一例を示す分解斜視説明図、

**【図2】**

同ヘッドのノズル板を透過状態で示す平面説明図

**【図3】**

同ヘッドの液室長手方向に沿う模式的断面説明図

**【図 4】**

同ヘッドの液室短手方向に沿う模式的断面説明図

**【図 5】**

静電型アクチュエータにおける第 1 電極（振動板）撓み量と印加電位との関係を説明する説明図

**【図 6】**

本発明に係るヘッド駆動制御装置が静電型アクチュエータの共通電極及び個別電極に与える駆動波形の異なる例及び従来の駆動波形を説明する説明図

**【図 7】**

残留電荷対策を施したヘッドの他の例を示す要部断面説明図

**【図 8】**

残留電荷対策を施したヘッドの更に他の例を示す要部断面説明図

**【図 9】**

本発明に係るヘッド駆動制御装置の構成を説明するブロック図

**【図 10】**

同駆動制御装置におけるドライバモジュールとアクチュエータとの関係を説明する説明図

**【図 11】**

同駆動制御装置におけるレベルシフタの基本的構成を示す回路図

**【図 12】**

同駆動制御装置における他のレベルシフタの基本的構成を示す回路図

**【図 13】**

同駆動制御装置におけるアナログスイッチの基本的構成を示す回路図

**【図 14】**

本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概要を説明する斜視説明図

**【図 15】**

同記録装置の側断面説明図

**【符号の説明】**

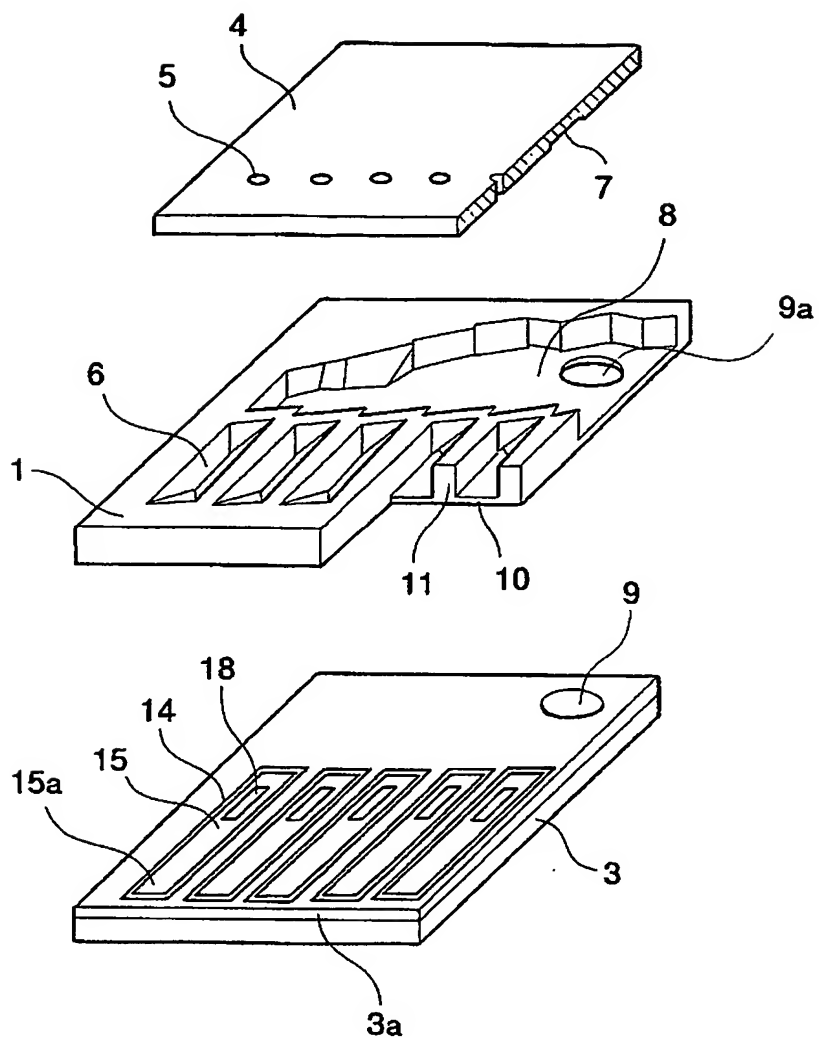
1…流路基板、3…電極基板、4…ノズル板、5…ノズル、6…吐出室 7…流

体抵抗部、8…共通液室、10…振動板（第1電極）、15…電極（第2電極）、18…接触対向部、51…駆動制御部、52、56…ドライバモジュール、57…レベルシフト、58…スイッチ。

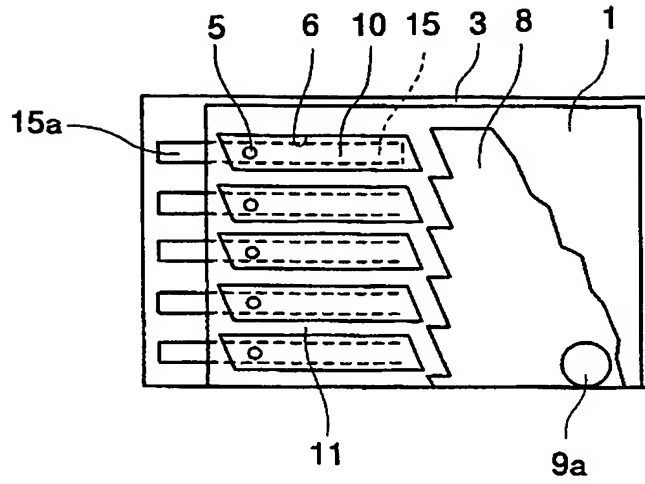
【書類名】

図面

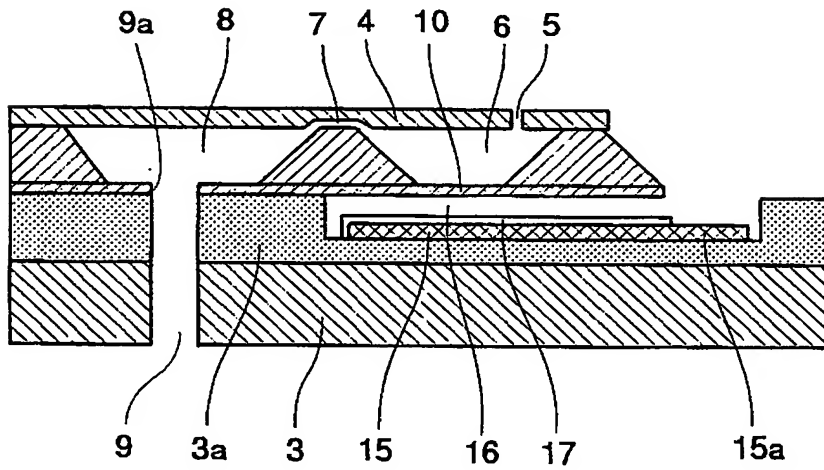
【図 1】



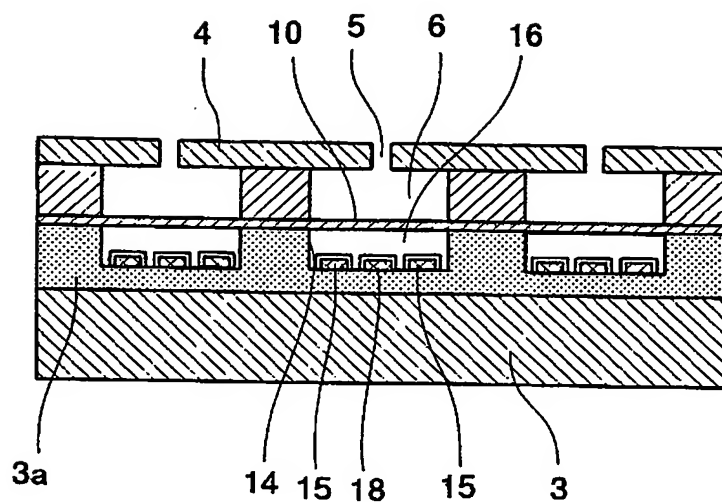
【図 2】



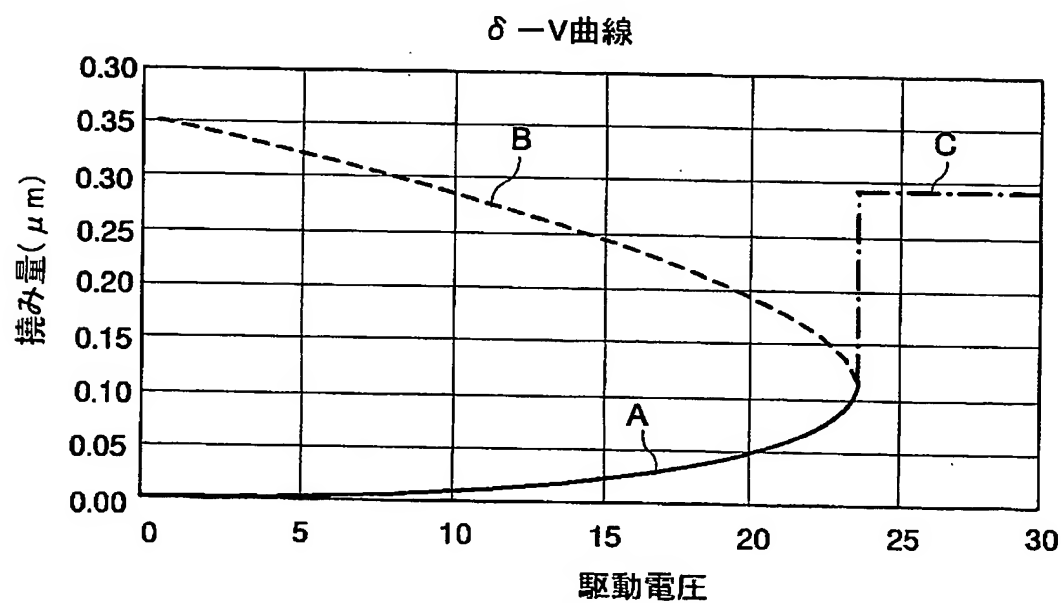
【図 3】



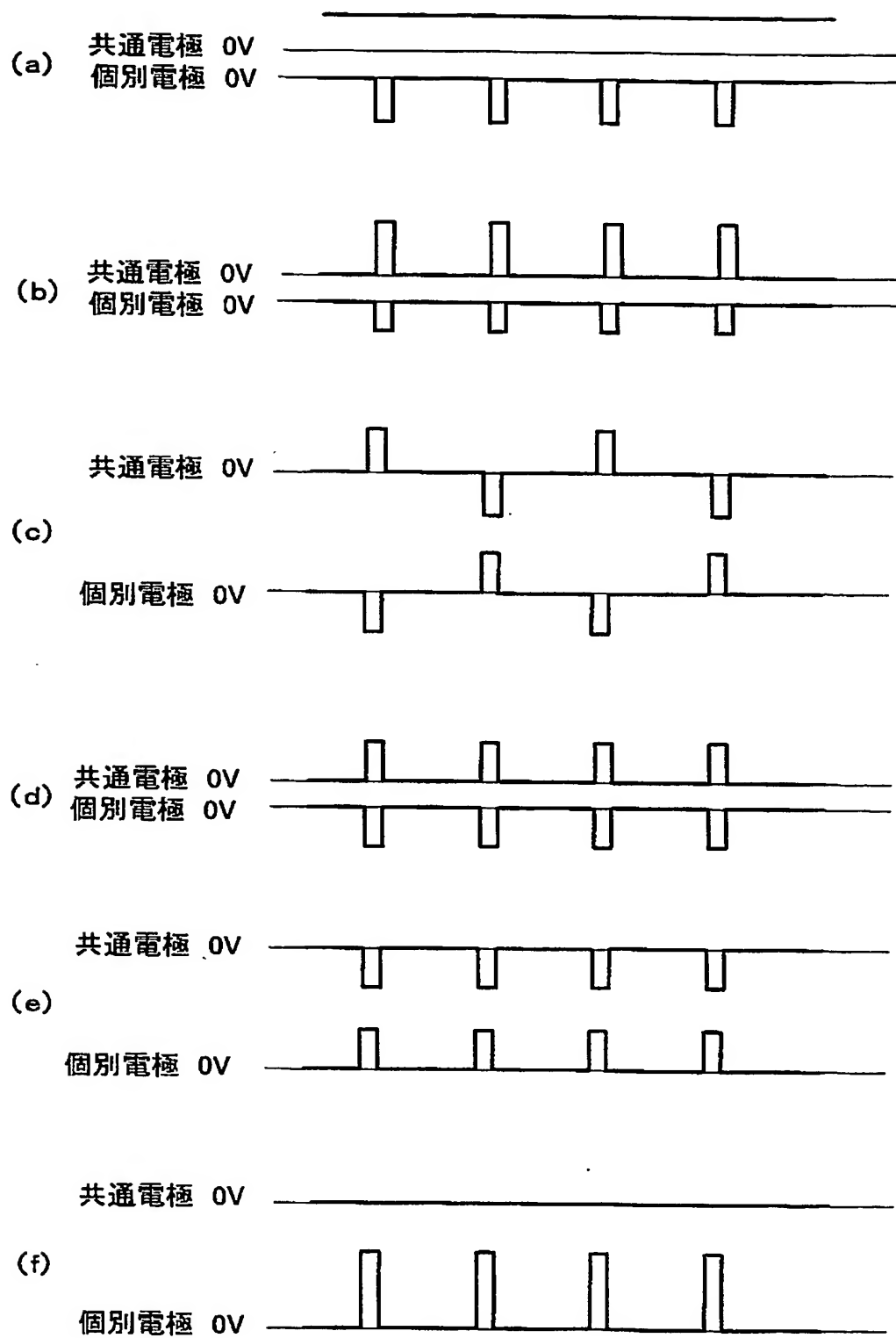
【図 4】



【図 5】

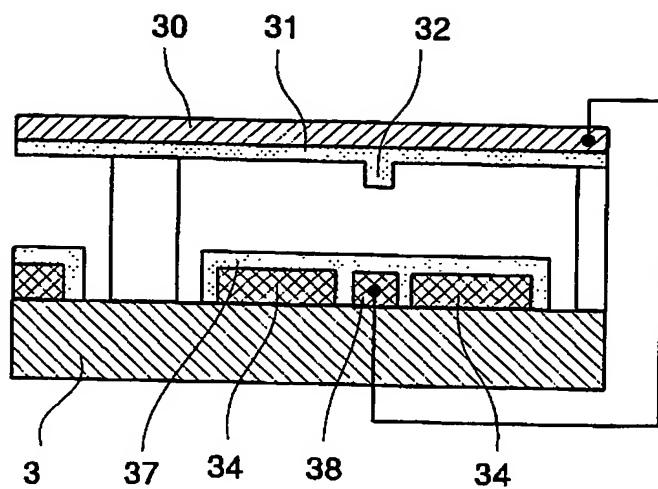


【図 6】

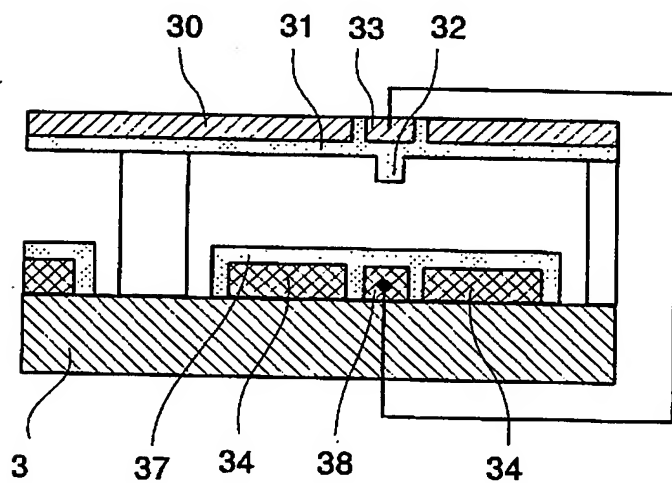




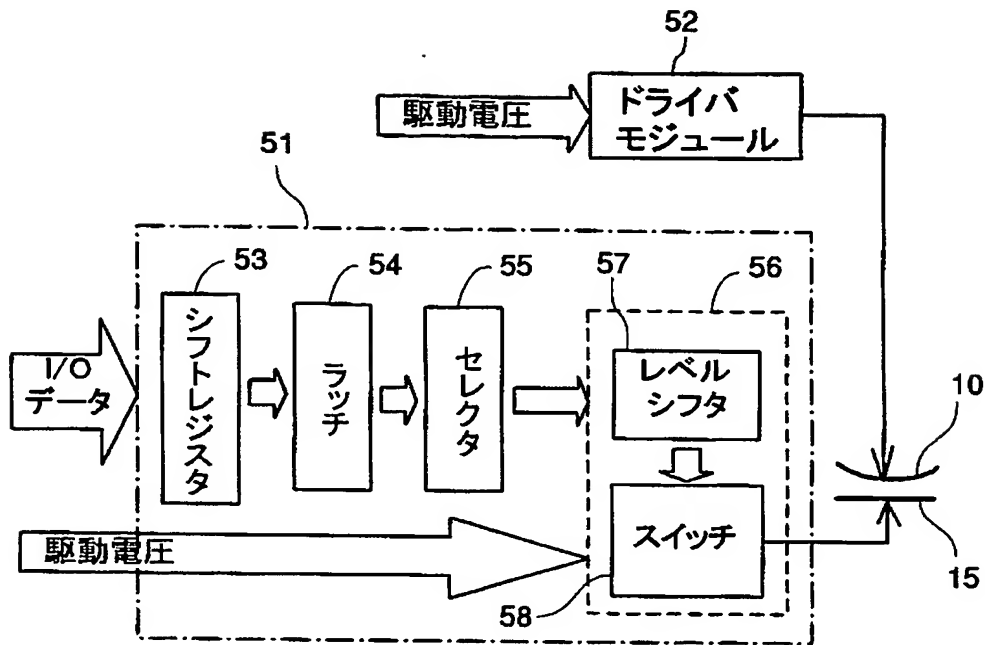
【図 7】



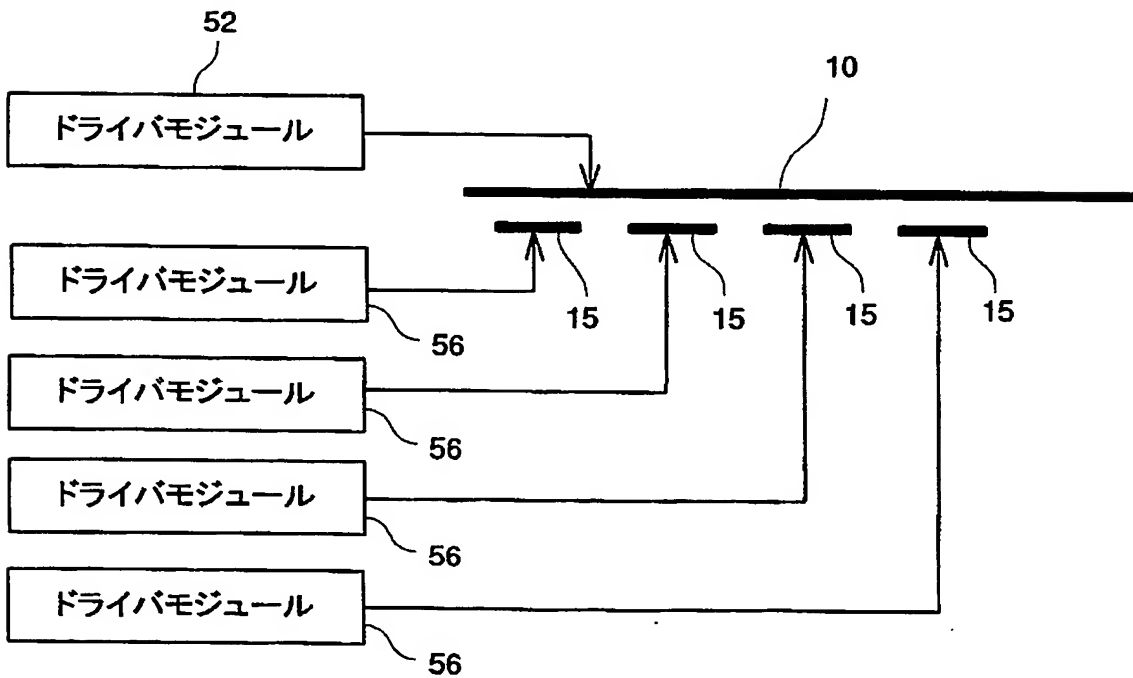
【図 8】



【図 9】



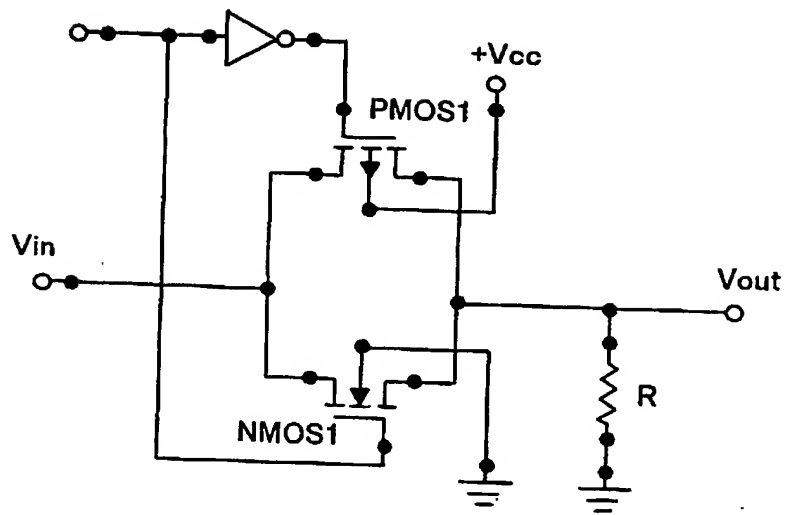
【図 10】



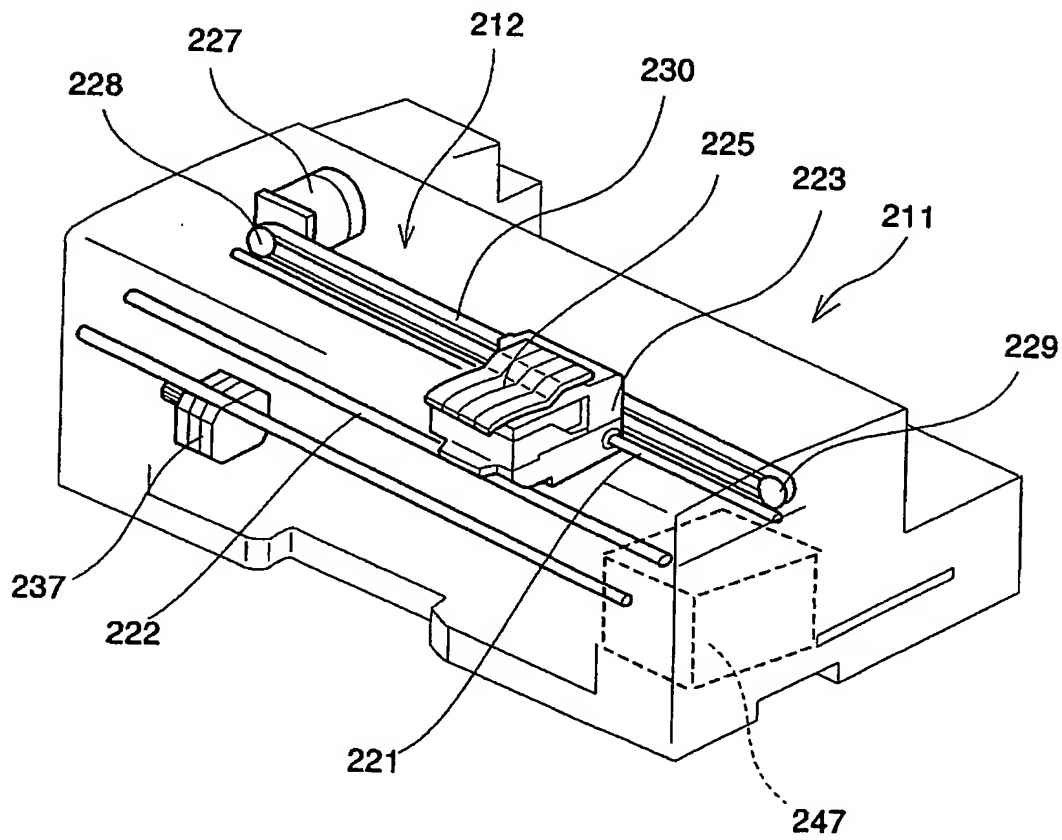
The diagram shows a differential amplifier circuit. The input  $V_{in}$  is connected to the gates of two NMOS transistors, NMOS1 and NMOS2. NMOS1's gate is also connected to its drain through an inverter. The sources of NMOS1 and NMOS2 are connected to a common source terminal VL. The drains of NMOS1 and NMOS2 are connected to PMOS1 and PMOS2, respectively. The gates of PMOS1 and PMOS2 are connected to a common gate terminal VH. The drains of PMOS1 and PMOS2 are connected to a common drain terminal. The output of the differential pair is taken from the drains of NMOS1 and NMOS2, labeled Vout1 and Vout2. The circuit is biased by a PMOS current mirror load, which is connected to the common drain terminal and the common source terminal VL.

The diagram shows a differential amplifier circuit. The input  $V_{in}$  is connected to the gates of two NMOS transistors, NMOS1 and NMOS2, through an inverter. The gates of PMOS1 and PMOS2 are connected to the output  $V_{out1}$  of the inverter. The sources of NMOS1 and NMOS2 are connected to a common source node, which is connected to the VL terminal. The drains of PMOS1 and PMOS2 are connected to a common drain node, which is connected to the VH terminal. The output  $V_{out2}$  is taken from the drain of NMOS2. The PMOS transistors are labeled PMOS1 and PMOS2, and the NMOS transistors are labeled NMOS1 and NMOS2.

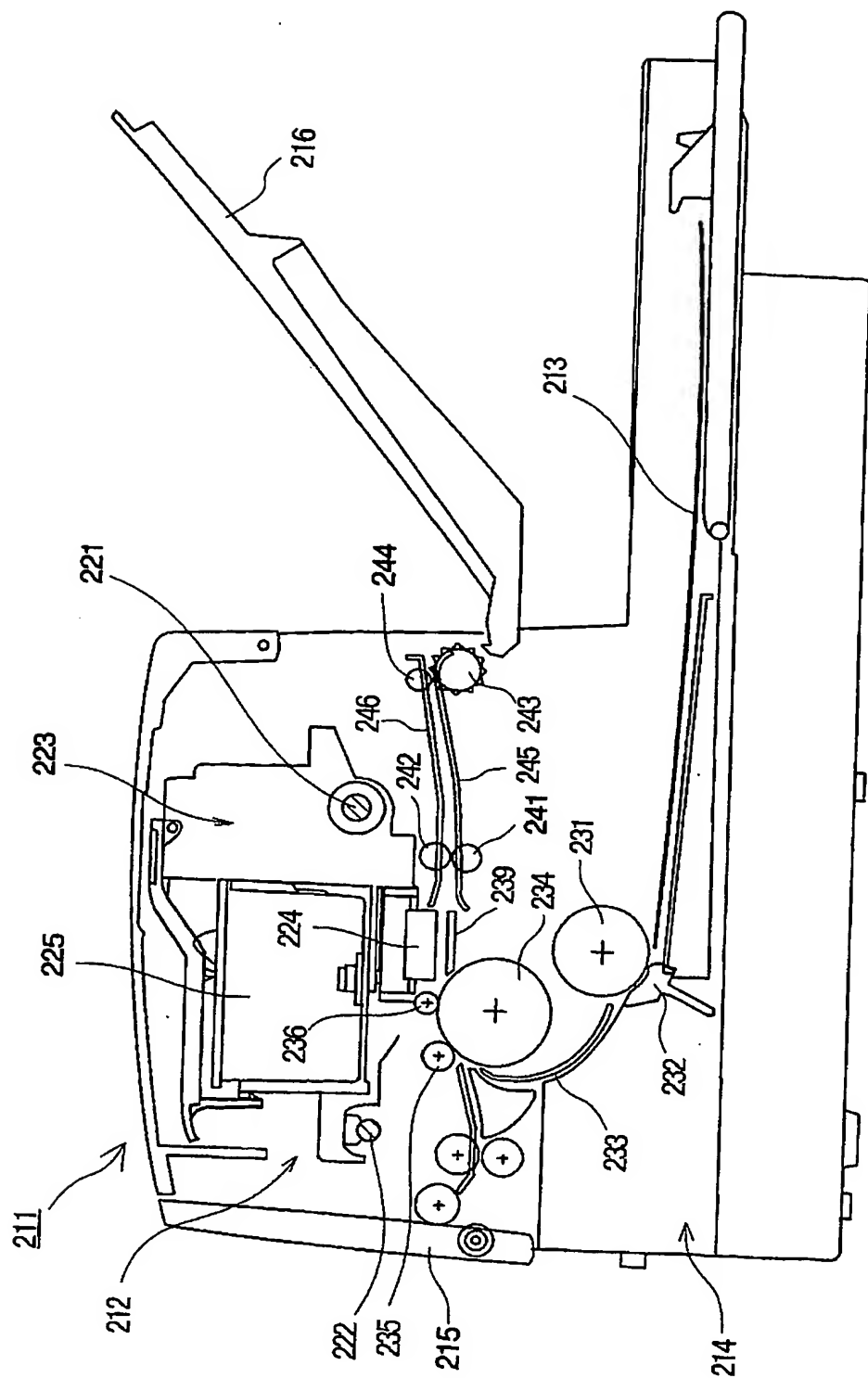
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電型アクチュエータに印加する駆動電圧が高くなってドライバコストが高くなる。

【解決手段】 振動板 1 0 と対向する電極 1 5 とを有する静電型アクチュエータに対し、各アクチュエータの第 1 電極が電氣的に結合された振動板 1 0 を共通電極とし、電極 1 5 を個別電極として、液滴を吐出するときに振動板 1 0 と電極 1 5 とに異なる極性の電位を与える。

【選択図】 図 6

特願 2002-272383

出願人履歴情報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**